

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 277/037

In re patent application of

Sang-chaе KIM, et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: METHOD FOR FABRICATING CANTILEVERED TYPE FILM BULK ACOUSTIC RESONATOR AND FILM BULK ACOUSTIC RESONATOR FABRICATED BY THE SAME

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:


The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Application No. 2003-25481, filed April 22, 2003.

Respectfully submitted,

April 20, 2004
Date



Eugene M. Lee
Reg. No. 32,039
Richard A. Sterba
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.
1101 Wilson Boulevard Suite 2000
Arlington, VA 20009
Telephone: (703) 525-0978



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0025481
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 04월 22일
Date of Application APR 22, 2003

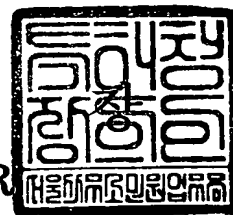
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 08 월 22 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.04.22
【발명의 명칭】	캔틸레버 형태의 압전 박막 공진 소자 및 그 제조 방법
【발명의 영문명칭】	Cantilevered type Film Bulk Acoustic Resonator fabrication method and Resonator fabricated by the same
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	정홍식
【대리인코드】	9-1998-000543-3
【포괄위임등록번호】	2003-002208-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김상채
【성명의 영문표기】	KIM, SANG CHAE
【주민등록번호】	680614-1639211
【우편번호】	442-726
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 970-3 벽적골 주공아파트 902동 2001호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송인상
【성명의 영문표기】	SONG, IN SANG
【주민등록번호】	650114-1449020
【우편번호】	151-712
【주소】	서울특별시 관악구 봉천1동 해태보라매주상타운 1616호
【국적】	KR

【발명자】**【성명의 국문표기】**

홍영택

【성명의 영문표기】

HONG, YOUNG TACK

【주민등록번호】

740326-1229712

【우편번호】

442-270

【주소】

경기도 수원시 팔달구 이의동 681-1

【국적】

KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 정홍식 (인)

【수수료】**【기본출원료】**

20 면 29,000 원

【가산출원료】

10 면 10,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

15 항 589,000 원

【합계】

628,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 캔틸레버 형태의 압전 박막 공진 소자를 간단한 공정을 통해 제조하는 방법 및 그 방법으로 제조된 압전 박막 공진 소자에 관한 발명이다.

본 발명의 방법에 따르면, 기판상에 절연층을 증착하는 단계, 상기 절연층상에 희생층을 증착하고 패터닝하는 단계, 상기 희생층상에 하부전극을 증착하고 패터닝하는 단계, 상기 하부전극상에 압전층을 증착하고 패터닝하는 단계, 상기 압전층상에 상부전극을 증착하고 패터닝하는 단계 및 상기 희생층을 제거하는 단계를 통해 캔틸레버 형태의 압전 박막 공진 소자를 제조한다.

본 발명의 압전 박막 공진 소자에 따르면, 기판상에 절연층이 증착되고 상기 절연층상에 캔틸레버 형태로 제조된 하부전극, 상기 하부전극상에 증착된 압전층, 상기 압전층상에 증착된 상부전극을 포함하는 구조로 이루어진다.

본 발명에 의하면, 종래기술에 따른 제조방법보다 간단한 공정으로 이루어지고, 소자의 파손도 줄일 수 있으며, 공진율도 더 좋아진다는 효과도 있다.

한편, 본 발명의 제2실시예에서는, 캔틸레버형태와 유사한 형태의 압전 박막 공진 소자를 제조하는 방법 및 그 방법으로 제조된 압전 박막 공진 소자를 제공한다.

【대표도】

도 3a

【색인어】

캔틸레버(cantilever), 에어갭(Air Gap), 압전층(Piezoelectric Film), 희생층
(sacrificial layer)

【명세서】**【발명의 명칭】**

캔틸레버 형태의 압전 박막 공진 소자 및 그 제조방법 {Cantilevered type Film Bulk Acoustic Resonator fabrication method and Resonator fabricated by the same}

【도면의 간단한 설명】

도1a는 브레그 반사(Bragg Reflector)형 압전 박막 공진 소자의 구조도,

도1b는 벌크 마이크로머시닝(Bulk micro-machining)형 압전 박막 공진 소자의 구조도,

도1c는 표면 마이크로머시닝(Surface micro-machining)형 압전 박막 공진 소자의 구조도,

도2는 미국특허 제5,162,691호에서 개시된 캔틸레버형 압전 박막 공진 소자의 구조도,

도3a 및 도3b는 본 발명에 의해 제조된 압전 박막 공진 소자의 최종 구조도,

도4는 본 발명 압전 박막 공진 소자의 제조단계별 공정도,

도5a 및 도5b는 본 발명의 제2실시예에 따라 제조된 압전 박막 공진 소자의 최종 구조도,

도6은 본 발명의 제2실시예에 따른 압전 박막 공진 소자의 제조단계별 공정도,

도7a는 본 발명의 제4실시예에 따라 제조된 압전 박막 공진 소자의 사시도,
도7b는 본 발명의 제5실시예에 따라 제조된 압전 박막 공진 소자의 사시도,
그리고,

도7c는 본 발명의 제6실시예에 따라 제조된 압전 박막 공진 소자의 사시도
를 나타낸다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<13> 본 발명은 캔틸레버 형태의 압전 박막 공진 소자를 제조하는 방법 및 그 방법으로 제조된 압전 박막 공진 소자에 관한 것이다. 최근, 휴대전화와 같은 이동 통신기기가 급속하게 보급됨에 따라, 이러한 통신기기에서 사용되는 소형경량필터의 수요도 급격하게 증가하고 있다. 이러한 소형경량필터를 구성하기 위한 수단으로, 최소한의 비용으로 대량생산이 가능하며 최소형으로 구현할 수 있다는 장점이 있는 압전 박막 공진 소자(Film Bulk Acoustic Resonator:이하 'FBAR'이라 한다)가 이용될수 있다. FBAR은 하부전극, 압전층 및 상부전극이 차례로 적층된 구조(적층공진부)로 이루어지는데, 이는 양 전극에 전기적 에너지를 가하면 압전 효과가 발생하여 음향파(Acoustic Wave)를 유발시키고 이로 인해 공진이 발생하는 원리를 이용하는 것이다. 이러한 FBAR에서는 압전층에서 발생하는 음향파가 기판의 영향을 받지 않도록 기판과 상기 적층공진부를 격리시키는 구조가 필요한데, 이러한 격리방법으로는 반사층을 이용하여 격리시키는 브래그 반사(Bragg

reflector)형 FBAR와, 공기층을 이용하여 격리시키는 에어갭(Air Gap)형 FBAR이 있다.

<14> 도1a에 도시되어 있는 브래그 반사형 FBAR은 기판상에 반사층을 증착하고 그 반사층 상에 적층공진부를 제작하여 반사층으로부터 음향파의 브래그 반사를 유발시켜 공진이 발생하도록 하는 FBAR이다. 하지만 브래그 반사형 FBAR은 전반사를 위한 두께가 정확한 4층 이상의 반사층을 형성하기가 어렵고, 제작을 위한 시간과 비용이 많이 필요하다는 단점이 있다.

<15> 에어갭형 FBAR의 제조 방법으로는 도1b에 도시된 바와 같이 기판상에 멤브레인층을 형성하고 상기 기판의 뒷면을 이방성etch를 통해 식각함으로써 공동부를 형성하는 벌크 마이크로머시닝형(Bulk micro-machining) FBAR이 있다. 하지만 멤브레인층을 제작하는 번거로움과 기판의 식각과정에서 소자의 파손이 종종 발생한다는 점등의 단점이 있다.

<16> 이러한 벌크 마이크로머시닝형 이외에 도1c에 도시된, 기판상에 희생층을 형성하고 그 희생층 상에 적층공진부를 제작한후 비아홀을 통해 희생층을 제거하는 표면 마이크로머시닝(Surface micro-machining)형 FBAR이 있는데, 이는 제작공정이 복잡하고, 제작 공정중에서 구조물의 붕괴 및 박리가 발생한다는 문제점이 있다.

<17> 상기한 문제점을 해결하기 위해 미국특허 제5,162,691호에서, 캔틸레버형태로 FBAR을 제조하는 방법에 대하여 개시하고 있다. 이는 도2에 도시되어 있는데, 그 제조공정은 먼저 희생층을 증착하고 SiO₂층을 증착시켜 지지대를 형성하고 상

기 지지대상에 하부전극, 압전층 및 상부전극을 차례로 적층한 후, 상기 희생층을 식각하여 FBAR을 제조하도록 하고 있다.

<18> 미국특허 제5,162,691호의 제조방법에 따르면, 기존의 FBAR제조 방법이 가지고 있던 소자의 파손문제, 낮은 수율, 제작에 드는 비용 및 시간의 과다소모 등의 단점을 다소 극복할 수 있지만, 그 공정 자체가 SiO₂층을 적층하고 패터닝하는 단계를 포함하므로 복잡하고, SiO₂층이 지지대로써 하부전극하에 위치하는 바 압전층에서 발생한 음향파가 상기 SiO₂층에서 어느 정도 손실이 생기게 되어, Q값이 떨어진다는 문제점이 있다. 한편, 상하부전극을 외부단자와 연결시키는 방법에 있어서도 와이어 본딩(wire bonding)방법을 이용하고 있는데, 이는 정확한 저항의 제어가 어렵고, 상기 FBAR을 여러개 접합하여 필터를 형성하는 경우에 각각을 따로 연결하는 과정이 필요하다는 점에서 최근의 단일 공정(one-process)추세와 맞지 않는다는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<19> 본 발명은 캔틸레버 형태의 FBAR제조방법에 있어서 기존의 제조공정을 보다 단순화하고, Q값을 더 좋게 하며, 상하부전극을 웨이퍼상으로 노출시켜 외부단자와의 연결을 보다 용이하게 하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 한편, 본 발명의 캔틸레버 형태의 FBAR은 기존의 FBAR제조방법이 가지고 있는 소자의 파손문제, 낮은 수율문제, 제작공정의 어려움문제 등도 아울러 해결할 수 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<20> 상기의 목적을 달성하기 위해서 본 발명의 일실시예로써, 크게 희생층을 이용하여 캔틸레버형태의 하부전극을 제조하는 단계, 상기 하부전극상에 압전층 및 상부전극을 차례로 적층하는 단계 및 상기 희생층을 제거하는 단계를 통해 캔틸레버 형태의 FBAR소자를 제조하는 방법을 제공한다. 또한, 상기 상부전극 상에 절연층을 증착하는 단계를 더 포함하여 소자의 견고성을 강화하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법도 아울러 제공한다. 본 방법에 따라 제조된, 하부전극 만으로 공진부의 하부에 에어갭을 가지는 캔틸레버를 형성하는 FBAR의 구조도 제시된다.

<21> 한편, 본 발명의 또다른 실시예로, 공동부가 형성된 기판상에 희생층을 이용하여 하부전극을 증착하는 단계, 상기 하부전극 상에 압전층 및 상부전극을 차례로 적층하는 단계, 및 상기 희생층을 제거하는 단계를 통해 준캔틸레버 형태의 FBAR을 제조하는 방법을 제공하며, 소자의 견고성 강화를 위해 상기 상부전극 상에 절연층을 새로이 증착하는 FBAR 제조 방법도 제공한다. 아울러, 본 실시예에 따라 제조된, 준캔틸레버 형태의 FBAR의 구조도 제시된다.

<22> 이하에서는, 상기 캔틸레버형태 및 준 캔틸레버 형태의 FBAR 제조방법에 대해 그 단계를 보다 구체화하고, 각각의 단계를 첨부된 도면을 참조하여 자세하게 설명한다.

<23> 먼저, 본 발명의 일실시예인 캔틸레버 형태의 FBAR의 제조방법은,

<24> (a)기판상에 절연층을 증착시키는 단계,

- <25> (b)상기 절연층 상에 희생층을 증착시키고 패터닝하는 단계,
- <26> (c)상기 절연층 및 희생층 상에 하부전극을 증착시키고 패터닝하는 단계,
- <27> (d)상기 하부전극 상에 압전층을 증착시키고 패터닝하는 단계,
- <28> (e)상기 압전층 상에 상부전극을 증착시키고 패터닝하는 단계, 및
- <29> (f)상기 희생층을 식각하는 단계를 거쳐 이루어진다. 캔틸레버(Cantilever)

형태란 지지부와 돌출부로 구성되는 형태를 의미한다.

- <30> 한편, 본 발명의 제2실시예로,
- <31> (i)기판을 식각하여 공동부를 형성하는 단계,
- <32> (ii)상기 공동부가 형성된 기판상에 절연층을 증착하는 단계,
- <33> (iii)상기 절연층 상에 희생층을 증착하는 단계,
- <34> (iv)상기 희생층을 평탄화하여 공동부상에 형성된 절연층 이외의 절연층부
분을 노출시키는 단계,
- <35> (v)상기 평탄화된 희생층 및 상기 노출된 절연층 상에 하부 전극을 증착시
키고 패터닝하는 단계,
- <36> (vi)상기 하부전극상에 압전층을 증착시키고 패터닝하는 단계,
- <37> (vii)상기 압전층상에 상부전극을 증착시키고 패터닝하는 단계 및
- <38> (viii)상기 희생층을 제거하는 단계를 거쳐 캔틸레버 형태와 유사한 형태의
FBAR(이하, '준캔틸레버 형태의 FBAR'이라 한다)을 제조한다.
- <39> 먼저, 상기 캔틸레버 형태 FBAR의 제조방법에 대해 자세하게 설명한다.

- <40> 도3a 내지 도3b는 본 발명에 의해 제조된 캔틸레버 형태 FBAR의 최종구조를 나타내고, 도4a 내지 도4f는 상기 캔틸레버 형태 FBAR의 단계별 제조 공정을 보여준다.
- <41> (a)단계는, 기판(100)상에 절연층(110)을 증착시키는 단계이다(도4a 참조). 상기 절연층(110)은 기판(100)과 전극층(120)을 절연시키고 전극층(120)의 증착을 용이하게 하기 위한 것이다. 상기 기판(100)은 통상의 실리콘 웨이퍼를 사용할수 있는데, 바람직하게는 고저항 실리콘기판(HRS)를 사용할수 있다. 한편, 절연층(110)을 형성하는 절연물질로는 산화규소(SiO_2) 또는 산화알루미늄(Al_2O_3) 등을 선택하는 것이 바람직하나 이에 한정되는 것은 아니다.
- <42> 다음 (b)단계는, 상기 절연층(110)상에 희생층(160)을 증착시키고 패터닝하는 단계를 나타낸다(도4b 참조). 상기 패터닝을 통해 하부전극(120)이 절연층(110)에 접할 부분(후술하는 (c)단계 참조)의 희생층(160)을 제거한다. 상기 희생층(160)은 나중에 식각하여 에어갭(170)을 형성하기 위한 것이므로 통상적으로 식각이 용이한 물질로 만드는데, 바람직하게는 산화마그네슘(MgO) 또는 산화아연(ZnO)을 사용하여 만들수 있다. 희생층(160)의 두께는 곧 에어갭(170)의 깊이가 되므로 희생층(160)증착시 그 두께를 조절하여 에어갭(170)의 크기를 조절할 수 있다.
- <43> (c)단계는, 상기 희생층(160)이 패터닝으로 제거된 부분(즉, 절연층이 드러난 부분) 및 상기 희생층(160)의 일부분상에 공통적으로 하부전극(120)을 증착시키고 패터닝하는 단계이다(도4c 참조). 상기 희생층(160)의 일부분상에 증착된 하부전극(120)은 나중에 희생층(160)이 식각되고 나면 캔틸레버형태에서 돌출부

(180; 즉, 캔틸레버 형태중에서 하부에 에어갭을 가지는 부분)를 구성하게 되고, 회생층(160)이 패터닝으로 제거된 부분에 증착된 하부전극(120)은 캔틸레버형태에서 지지부(190; 즉, 캔틸레버 형태중에서 절연층과 접하는 부분)를 구성하게 된다. 하부전극(120)을 구성하는 물질로는 금속과 같은 통상의 도전물질을 사용하는데, 바람직하게는 알루미늄(Al), 텅스텐(W), 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 티탄(Ti), 크롬(Cr), 팔라듐(Pd) 및 몰리브덴(Mo)중 하나를 선택할수 있다. 증착방법은 스퍼터링(Sputtering)방법 및 에바포레이션(Evaporation)법을 통해 이루어질수 있으나 이에 한정되지는 않는다.

<44> (d)단계는, 상기 하부전극(120)상에 압전층(130)을 증착시키고 패터닝을 하는 단계이다(도4d 참조). 이경우 패터닝을 하여 상기 압전층(130)을 상기 지지부(190)의 일정 부분까지 남김으로써 종래 기술과 달리 캔틸레버 형태가 별도의 SiO₂지지대가 없이도 견고성을 유지할 수 있도록 한다. 압전층(130)은 전계가 인가되면 이를 음향파 형태의 기계적 에너지로 변환하는 압전현상을 일으키는 부분으로, 통상의 압전 물질로는 질화알루미늄(AlN) 또는 산화아연(ZnO)이 사용되나, 이에 한정되지는 않는다. 상기 압전층(130)의 증착방법은 RF 마그네트론 스퍼터링 방법이 사용될 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

<45> (e)단계는, 상기 압전층(130)상에 상부전극(140)을 증착시키고 패터닝을 하는 단계이다(도4e 참조). 이 경우 상기 상부전극(140)은 에어갭(170)영역내에서 하부전극(120)과 겹치게 형성되도록 패터닝한다. 이는 상부전극(140)과 하부전극(120)이 겹치는 부분에 해당하는 압전층(130)이 FBAR의 공진에 적용되기

때문이다. 상기 상부전극(140)에는 하부전극(120)에 사용되는 물질과 동일한 물질을 사용할 수도 있고, 그와 상이한 물질을 사용할 수도 있다.

<46> (f)단계는, 상기 희생층(160)을 식각(Etching)하여 에어갭(170)을 형성하는 단계이다(도4f 참조). 희생층(160) 식각은 습식(wet)에칭 방법이나 건식(dry)에칭 방법이 사용될 수 있다. 습식 에칭방법이란 초산수용액, 불화수소산, 인산수용액 등의 화학 용액을 이용하여 식각하는 방법이고, 건식 에칭방법은 가스(gas), 플라즈마(plasma), 이온빔(ion beam)등을 이용하여 식각하는 방법이다. 이러한 에칭방법은 앞서의 단계에서, 각층을 패터닝하는 데에도 사용될 수 있다.

<47> 이상의 단계를 거치고 나면, 캔틸레버 형태의 FBAR이 최종적으로 제조된다(도3a 참조). 상기 캔틸레버 형태의 FBAR을 살펴보면, 기판(100) 상에 절연층(110)이 증착되어 있고, 그 절연층(110)상에 하부전극(120)이 캔틸레버형태(즉, 지지부(190)와 돌출부(180)로 이루어진 형태)로 구성되어 있다. 캔틸레버 형태 중에서 돌출부(180)의 전부 및 지지부(190)의 일정부분 상에는 압전층(130)이 증착되어 있고, 돌출부(180)상에 증착된 압전층(130)상에는 다시 상부전극(140)이 증착되어, 최종적으로 돌출부(180)는 하부전극(120), 압전층(130), 상부전극(140)이 차례로 적층된 구조를 가지게 되고, 지지부(190)는 하부전극(120) 및 압전층(130)이 적층된 구조를 가지게 된다. 상기 돌출부(180)는 상하부전극에 전계가 인가되는 경우, 전극사이의 압전층(130)에서 압전현상이 일어나게 되는바 공진현상이 일어나는 공진부(300a)가 된다.

<48> 이하에서는 도3a를 참조하여 본 캔틸레버형태의 FBAR의 작동원리를 살펴본

다. 도3a에서 공진부(300a)는 상하부전극(120, 140) 및 그 사이에 위치하는 압전층(130)으로 구성되어, 상기 상하부전극(120, 140)에 전계가 인가되면, 압전층(130)은 전기적 에너지를 음향파 형태의 기계적 에너지로 전환하는 압전효과를 일으켜 공진을 유발시키게 된다. 한편, 희생층(160)이 존재하던 공간은 희생층(160)이 식각됨으로써, 에어갭(170)을 형성하게 되는데, 상기 에어갭(170)은 공진부(300a)와 기판(100)부분을 격리시켜, 음향파가 기판(100)의 영향을 받지 않도록 하는 역할을 한다.

<49> 한편, 도2에 도시된 미국특허 제5,162,691호(이하, '미국특허발명'이라 한다)의 구조를 살펴보면, 이산화규소(SiO_2)로 캔틸레버 형태의 지지대(31)를 구성하고 있고, 그 돌출부상에 하부전극(32), 압전층(33), 상부전극(34)이 차례로 적층되어 있는 구조로 이루어져 있다. 이에 반해, 본 발명에서는 별도의 지지대가 없이 하부전극(120)이 캔틸레버 형태를 형성한다. 즉, 본 발명의 공진부(300a)는 하부전극(120), 압전층(130), 상부전극(140)만으로 이루어진다는 점에서 구조상의 차이점이 있다.

<50> 또한, 상기 미국특허발명은 압전층이 돌출부 상에만 증착되어 있는 구조를 가지고 있어 상기 SiO_2 지지대가 형성되지 않으면, 소자의 하부전극만으로는 소자의 견고성이 떨어지게 되나, 본 발명에서는, 압전층(130)이 상기 돌출부(180)뿐 아니라 지지부(190)의 일정부분까지 증착되어 있어, 별도의 지지대가 없이도 압전층에 의해 견고성(rigidity)이 유지되는 구조라는 점에서도 차이가 난다.

- <51> 이러한 구조상의 차이점은, 결과적으로 공정의 차이를 유발하는데, 본 발명은 상기 미국특허발명의 FBAR제조방법에 비해 SiO₂층으로 지지대를 형성하는 단계가 불필요하므로, 공정이 더 단순화된다는 차이점이 있다.
- <52> 또한, 본 발명의 도2를 참조하면, 상기 미국특허발명은 공진부가 SiO₂층이 포함된 구조로 이루어지는데, 이러한 구조하에서는 압전층에서 발생한 음향파가 SiO₂층에서 흡수되는 등, 손실이 발생하여 Q값이 떨어질 수 있다. 이에 반해 본 발명은 상하부전극(120, 140), 압전층(130)만으로 공진부가 구성되므로, 상대적으로 높은 Q값을 가지게 된다.
- <53> 한편, 본 발명에 따라 제조된 FBAR에서, 별도로 절연층(150)을 상부전극(140)상에 증착하여 공진부(300b)를 구성함으로써, 소자를 보다 더 견고하게 만들 수도 있다(도4g 참조). 이러한 경우, 상기 증착된 절연층(150)을 식각함으로써 상기 공진부(300b)의 두께를 조절하여 주파수튜닝을 용이하게 할 수 있다. 즉, 공진주파수 f_0 는 $f_0=v/2d$ 의 식으로 근사되는데(v 는 압전층에서의 음향파의 속도, d 는 공진부의 두께), 상기 증착된 절연층(150)을 패터닝하여 d 를 조절하고 이에 따라 공진주파수를 튜닝할 수 있는 것이다.
- <54> 한편, 본 발명의 제2실시예로, 준캔틸레버 형태의 FBAR의 제조방법이 제시된다. 도5a 및 도5b는 본 실시예에 따라 제조된 FBAR의 최종적인 구조를 나타내고, 도6a 내지 도6g는 준캔틸레버 형태의 FBAR의 단계별 제조 공정을 나타낸다.
- <55> 상기 (v) 내지 (viii)단계는, 앞서 캔틸레버형태의 FBAR제조시의 (c) 내지 (f)단계와 거의 유사하게 이루어지므로 구체적인 설명은 생략하고, 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여, (i) 내지 (iv)단계에 대해서 자세하게 설명한다.

<56> 먼저, (i)단계는, 포토레지스트(Photoresist)로 패터닝한 후 기판(200)을 식각하여 공동부(270)를 형성하는 단계이다. 상기 기판(200)의 식각방법은 상술한 습식 에칭방법이나, 건식 에칭방법을 이용할 수 있다. 공동부(270)는 기판(200)과 공진부(400a, 400b)를 격리시키기 위한 것이므로 그 깊이가 클 필요는 없으며, 수 마이크론(대략 $3\mu\text{m}$ 내지 $5\mu\text{m}$)정도면 적당하다.

<57> 다음, (ii)단계는, 상기 공동부(270)가 형성된 기판(200)상에 절연층(210, 210a, 210b)을 증착하는 단계이다(도6b 참조). 상기 절연층(210a, 210, 210b)은 후술하는 (v)단계에서 증착되는 하부전극(220)과 기판(200)부분을 절연시키기 위한 목적 및 희생층 제거시의 에칭 마스크의 목적으로 증착시키는 것이다.

<58> (iii)단계에서는, 상기 절연층(210a, 210, 210b) 상에 희생층(260)을 증착시키고, (iv)단계에서 상기 희생층(260)을 평탄화하여 공동부상에 증착된 절연층 이외의 절연층 부분(210a, 210b)을 노출시킨다(도6c 참조). 즉, 희생층(260)으로 상기 공동부(270)를 채우는 과정에서 공동부(270) 이외의 부분(즉, 공동부 양측에 증착된 절연층(210a, 210b)의 상부)에 증착된 희생층에 대해서(도면 미도시), 평탄화 하여 절연층(210a, 210b)이 드러날 수 있도록 한다. 상기 절연층 부분(210a, 210b)은 후술하는 하부전극(220)의 증착이 이루어질 부분이기 때문에, 절연층(210a, 210b)상의 희생층(260)은 제거되어야 한다. 상기 평탄화 방법으로는 기존에 리플로우(reflow), SOG 스핀 코팅(SOG spin coating)등의 방법이 있었으나, 최근 석판인쇄(lithography) 장비가 허용하는 초점 심도(depth of focus)가 배선 단차에 거의 육박하는 수준으로 감소한 상황에서는 더욱 고도의 평탄화 방

법을 필요로 하는바, 화학기계적 평탄화(Cheical Mechanical Polishing:이하 'CMP'이라 한다)방법을 이용하는 것이 바람직하다.

<59> (v)단계에서는, 상기 절연층의 일부분(210a) 및 상기 평탄화된 희생층(260)의 일부분 상에 하부전극(220)을 증착한다(도6d 참조). 즉, 패터닝을 통해 하부전극(220)을 상기 절연층의 일부분(210a)에 접하는 부분과, 희생층(260)의 일부분에 접하는 형태로 형성한다. 앞서의 캔틸레버 형태와는 달리 하부전극은 평평한 구조로 형성된다. 하지만 기판식각이 이루어져 희생층에 접하는 부분아래에 공동부(270)가 형성되므로 결과적으로는 캔틸레버형태와 유사한 구조가 되는 것이다. 하부전극(220)으로 사용되는 물질은 상술한 캔틸레버형태의 FBAR제조과정에서 사용되는 물질과 동일한 물질을 사용할 수도 있다.

<60> (vi) 내지 (viii)단계는, 상기 하부전극(220)상에 압전층(230), 상부전극(240)을 차례로 적층하고 패터닝하여 공진부(400a)를 형성하고 희생층(260)을 제거하여 공동부(270)를 형성함으로써 최종적으로 준캔틸레버형태의 FBAR을 만드는 단계이다(도6e 내지 도6g 참조).

<61> 준캔틸레버형태로 제조하는 경우에도, 캔틸레버형태의 FBAR제조시와 마찬가지로 상부전극(240)상에 절연층(250)을 새로이 증착하고 패터닝하여, 소자의 견고성을 강화할 수 있다(도6h 참조). 이러한 절연층(250)을 패터닝하여 주파수튜닝을 할수 있음은 물론이다.

<62> 본 발명에 의해 제조된 준캔틸레버형태의 FBAR의 최종구조를 살펴본다(도5a 및 도5b 참조). 상기 FBAR은 기판(200)상의 일정부분에 공동부(270)가 형성되어 있고 상기 공동부(270)가 형성된 기판상에는 절연층(210a, 210, 210b)이 증착되

어 있다. 하부전극(220)이 상기 절연층의 일단(210a)에 접하면서 지지부(290)를 형성한다. 상기 하부전극(220)은 상기 공동부(270)의 상층공간까지 연장되어 돌출부(280)를 형성하고, 상기 돌출부(280)상에는 압전층(230), 상부전극(240)이 차례로 적층되어 공진부(400a)를 형성한다.

<63> 한편, 도5b에 도시된 FBAR은 상기 상부전극(240)상에 별도의 절연층(250)이 더 증착되어, 소자의 견고성이 더 강화된 구조이다. 이러한 구조, 즉, 상하부전극 및 압전층 외에 절연층이 더 증착되어 있는 공진부(400b)를 가지는 구조하에 서는, 상기 공진부(400b)상에 증착된 절연층(250) 부분을 패터닝하여 공진부(400b)의 두께를 조절함으로써 주파수 튜닝을 할수 있게 된다.

<64> 본 발명의 제3실시예로써, 캔틸레버 형태의 FBAR을 제조하기 이전에 기판에 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)를 제조하고 그후에 본 방법 에 따라 FBAR을 제조함으로써, CMOS와 집속시킬수 있다. 이러한 경우, CMOS제조 는 기존의 CMOS제조공정 및 설비를 그대로 이용할 수 있는바 기존의 CMOS제조공정과 호환성을 가질 수 있다.

<65> 본 발명의 제4실시예로써, 도7a에 도시된 바와 같이, (c)단계에서 상기 희생층(160) 및 절연층(110)상에 하부전극(120)을 증착하고 난후, 지지부(190)를 이루는 하부전극(120)을 일부 제거하여, 지지부(190)를 이루는 하부전극(120)의 폭($\ell 1$)이 돌출부(180)를 이루는 하부전극(120)의 폭($\ell 2$)보다 작은 형태로 형성 하고, (e)단계에서 상기 압전층(130) 상에 상부전극(140)을 증착하고 난 후, 상부전극(140)을 상기 하부전극(120)이 일부 제거된 절연층(110) 상에서 제거되지 않은 하부전극 지지부(190)와 일정거리 이격되어 위치하도록 패터닝함으로써,

상하부전극이 각각 외부단자와 연결되는 패드(500a, 500b)를 만들 수 있다. 상기 미국특허발명에 따르면, 상하부전극이 와이어 본딩 방법으로 외부단자와 연결됨을 알 수 있는데(도면 미도시), 이러한 와이어 본딩 방법은 앞서 상술한 문제점을 가지고 있어 현재는 거의 사용하지 않는 추세이다. 본 실시예와 같이 패드를 구성하게 되면, 수개의 FBAR을 접속하여 필터를 형성하는 경우에 있어, 한번의 공정으로 각 FBAR의 전극을 연결시킬 수 있다.

<66> 한편, 본 발명의 제5실시예로써, 상기 압전층(130)을 상기 하부전극의 패드(500a) 및 상기 상부전극의 패드(500b)간의 일부분에까지 잔존하도록 패터닝함으로써 보다 더 견고한 캔틸레버 구조의 FBAR을 제작할 수도 있다(도7b 참조).

<67> 본 발명의 제6실시예에 따르면, 준캔틸레버 형태의 FBAR제조단계 중 (v)단계에서 상기 평탄화된 희생층(260) 및 절연층의 일부분(210a) 상에 하부전극(220)을 증착시키고 난 후, 절연층의 일단(210a)과 접하는 하부전극(220)을 일부 제거하여, 그 접하는 하부전극의 폭($\ell 3$)이 공동부 상층공간까지 돌출된 하부전극의 폭($\ell 4$)보다 작게 하고, (vii)단계에서 상기 압전층(230)상에 상부전극(240)을 증착시키고 난 후, 상기 상부전극(240)을 상기 하부전극(220)이 일부 제거된 절연층(210a)상에서 제거되지 않은 하부전극(220)과 일정거리 이격되게 패터닝함으로써, 외부단자와 연결되는 패드(600a, 600b)를 만들 수 있다(도7c 참조).

【발명의 효과】

<68> 본 발명에 따르면, 반사특성이 우수하고 안정된 실효대역폭을 갖는 에어갭 구조의 FBAR을 견고하게, 그리고 간단한 공정으로 제조할수 있는 효과가 있다. 즉, 기존의 FBAR제조공정에 따르면, 그 공정자체가 복잡하고, 소자의 파손이 잦

아서 수율이 낮다는 문제점이 있었으나 본 발명은 그러한 문제점을 해결하고 있다.

<69> 한편, 상술한 바와 같이 미국특허발명에서 실시된 방법에 따라 FBAR을 제조하는 것보다 제조공정을 훨씬 단순화할 수 있고, 지지대 부분에서 생기는 손실도 없앨 수 있어서, 품질계수 Q가 공지기술에 비해 좋아진다.

<70> 또한, CMOS와 FBAR을 집속하는데 있어서도, 기판상에 CMOS를 제조한뒤 본 발명에 따라 FBAR을 제조하게 되면, 기존의 CMOS제조 설비 및 기술을 그대로 이용할수 있는 바, 호환성을 이룰 수 있다는 효과도 있다. 한편, FBAR을 제조하고 난 뒤, 별도로 절연층을 상부전극상에 증착시켜 견고성을 강화하기도 용이하며, 필터를 형성하는 경우, 상기 절연층을 식각하여 주파수 튜닝을 용이하게 할수 있다는 장점도 있다.

<71> 본 발명에 의해 제조된 FBAR은 고품질계수(high Quility factor: high Q)를 가지며 마이크로 주파수 대역에서도 사용이 가능한 필터를 구현할수 있고, 통신 시스템에서 두 개의 밴드패스필터를 이용하여 송신단신호와 수신단신호를 구분하는 듀플렉스(Duplexer)에서도 이용될 수 있다. 필터를 구현하는 경우 본 발명 FBAR은 상부절연층을 식각하는 등의 방법으로 주파수튜닝도 용이하게 할 수 있다.

<72> 이상에서 본 발명은 기재된 구체예에 대해서만 상세히 설명되었지만, 본 발명의 기술사상 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서

1020030025481

출력 일자: 2003/8/28

명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

압전 박막 공진 소자의 제조 방법에 있어서,

(a) 기판상에 절연층을 증착하는 단계;

(b)상기 절연층 상에 희생층을 증착하고 패터닝하는 단계;

(c) 상기 희생층 및 절연층상에 하부전극을 증착하고 패터닝하는 단계;

(d)상기 하부전극상에 압전층을 증착하고 패터닝하는 단계;

(e) 상기 압전층 상에 상부전극을 증착하고 패터닝하는 단계;및

(f)상기 희생층을 식각하는 단계;를

포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 상부전극 상에 절연층을 증착하는 단계;를

더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 절연층을 식각하여 주파수 튜닝을 하는 단계;를
더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 4】

압전 박막 공진 소자의 제조 방법에 있어서,
(i)기판을 식각하여 공동부를 형성하는 단계;
(ii)상기 공동부가 형성된 기판상에 절연층을 증착하는 단계;
(iii)상기 공동부 및 절연층 상에 희생층을 증착하는 단계;
(iv)상기 희생층을 평탄화하여 절연층의 일부를 노출시키는 단계;
(v)상기 평탄화된 희생층 및 상기 노출된 절연층 상에 하부전극을 증착시
키고 패터닝하는 단계;
(vi)상기 하부전극상에 압전층을 증착시키고 패터닝하는 단계;
(vii)상기 압전층상에 상부전극을 증착시키고 패터닝하는 단계;및
(viii)상기 희생층을 제거하는 단계;를
포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 5】

제4항에 있어서,
상기 (iv)단계는 CMP공정을 이용하여 평탄화하는 것을 특징으로 하는 압전
박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 6】

제4항에 있어서,
상기 상부전극 상에 절연층을 증착하는 단계;를
더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 7】

제6항에 있어서,
상기 절연층을 식각하여 주파수튜닝을 하는 단계;를
더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 8】

절연층이 증착된 기판;
상기 절연층 상에 지지부 및 돌출부로 구성된 캔틸레버형태로 제조된 하부
전극;
상기 하부전극상에 증착된 압전층;및
상기 압전층 상에 증착된 상부전극;을
포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자.

【청구항 9】

제8항에 있어서,

상기 상부전극 상에 증착된 절연층;을

더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자.

【청구항 10】

상부표면의 일정부분에 공동부가 형성된 기판;

상기 공동부가 형성된 기판상에 증착된 절연층;

상기 공동부가 형성되지 않은 기판상의 절연층 중 일단과 접하면서 상기 공동부의 상층공간까지 돌출된 형태의 하부전극;

상기 하부전극상에 증착된 압전층;및

상기 압전층 상에 증착된 상부전극;을

포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자.

【청구항 11】

제10항에 있어서,

상기 상부전극 상에 증착된 절연층;을

더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자.

【청구항 12】

제1항에 있어서,

상기 (c)단계는 상기 희생층 및 절연층상에 하부전극을 증착하고, 지지부를 이루는 하부전극을 일부 제거하여, 상기 지지부를 이루는 하부전극의 폭이 돌출부를 이루는 하부전극의 폭보다 작은 형태로 형성하는 단계;

상기 (e)단계는 상기 압전층 상에 상부전극을 증착하고, 상기 지지부를 이루는 하부전극이 일부 제거된 절연층 상에서 제거되지 않은 하부전극과 일정거리 이격되도록 패터닝하는 단계;로

이루어지는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 13】

제4항에 있어서,

상기 (v)단계는 상기 평탄화된 희생층 및 상기 노출된 절연층 상에 하부전극을 증착하고, 상기 절연층과 접하는 하부전극을 일부 제거하여 그 접하는 하부전극의 폭이 공동부 상층공간까지 돌출된 하부전극의 폭보다 작게 하는 단계;

상기 (vii)단계는 상기 압전층상에 상부전극을 증착하고, 상기 상부전극을 상기 하부전극이 일부 제거된 절연층상에서 제거되지 않은 하부전극과 일정거리 이격되게 증착시키는 단계;로

이루어지는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 14】

제8항에 있어서,

상기 하부전극의 지지부는 상기 돌출부보다 그 폭이 작고,

상기 상부전극은 상기 지지부측으로 추출되어 상기 하부전극의 지지부와 일정거리 이격된 영역의 절연층 상에 증착되어 패드를 노출시키는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자.

【청구항 15】

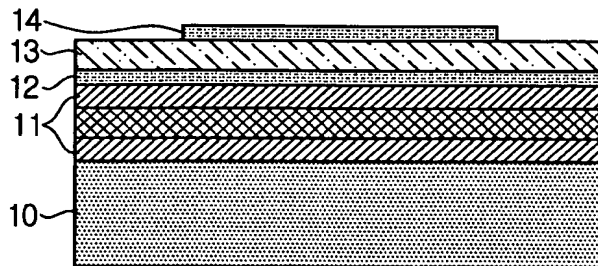
제10항에 있어서,

상기 하부전극이 상기 절연층과 접하는 부분은 상기 돌출된 부분보다 그 폭이 작고,

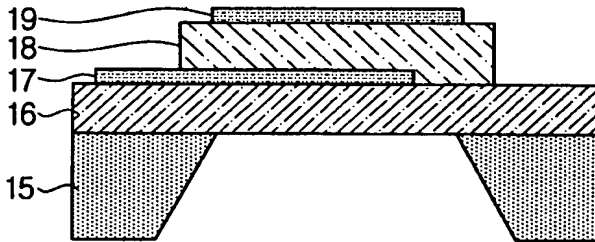
상기 상부전극은 상기 하부전극이 절연층과 접하는 부분과 일정거리 이격된 영역의 절연층 상에 증착되어 패드를 노출시키는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자.

【도면】

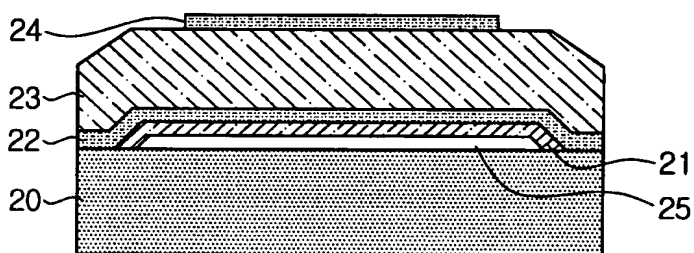
【도 1a】



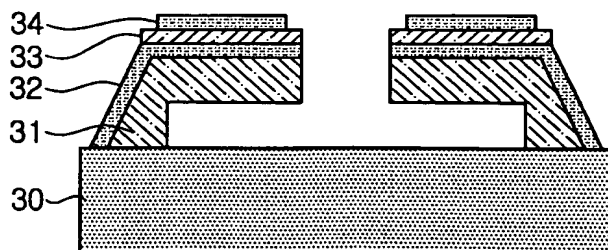
【도 1b】



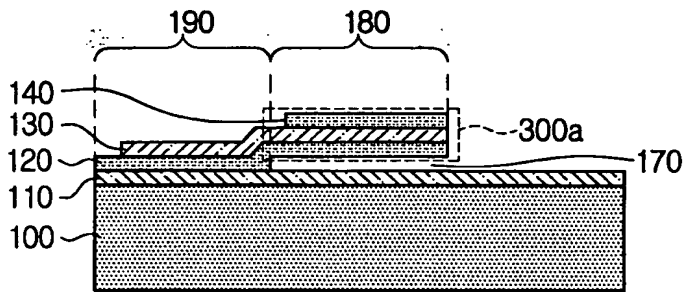
【도 1c】



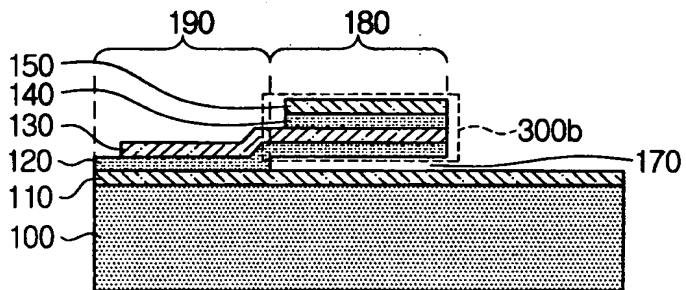
【도 2】



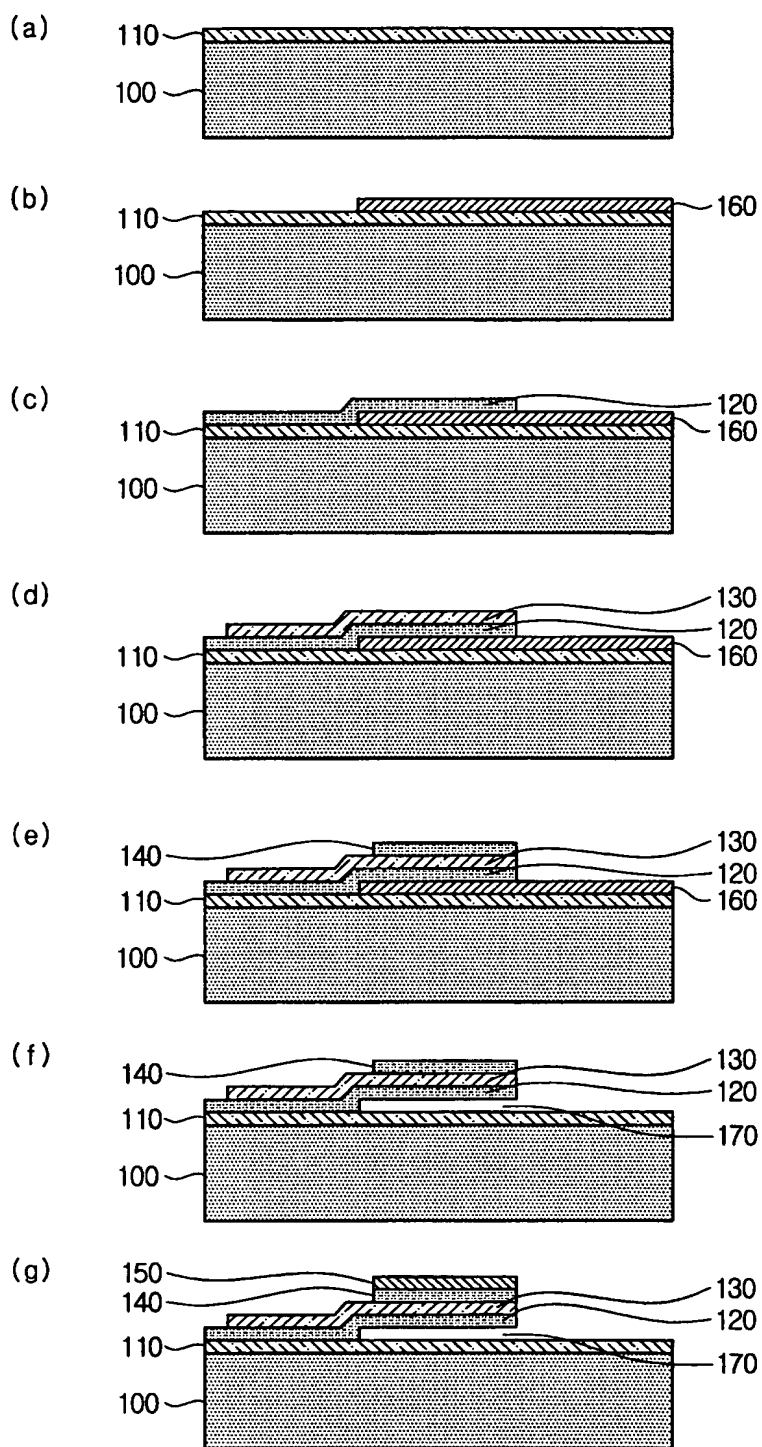
【도 3a】



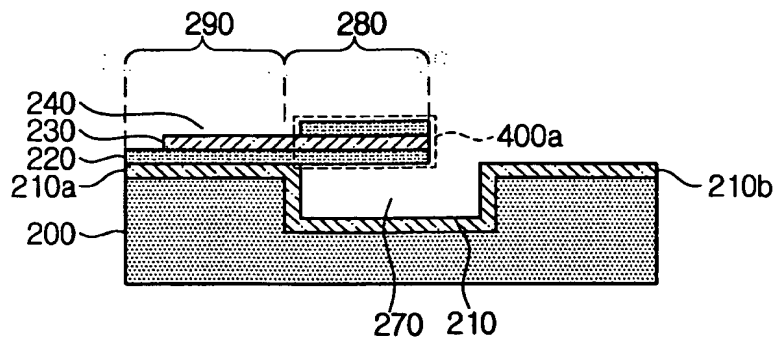
【도 3b】



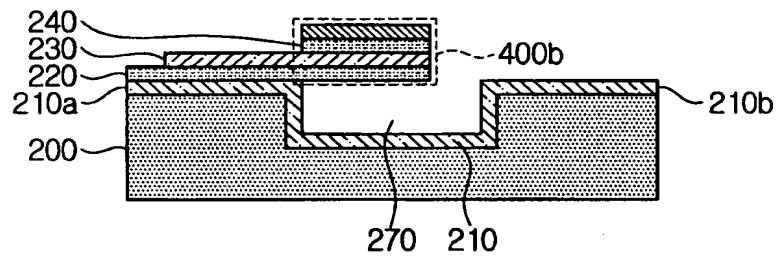
【도 4】



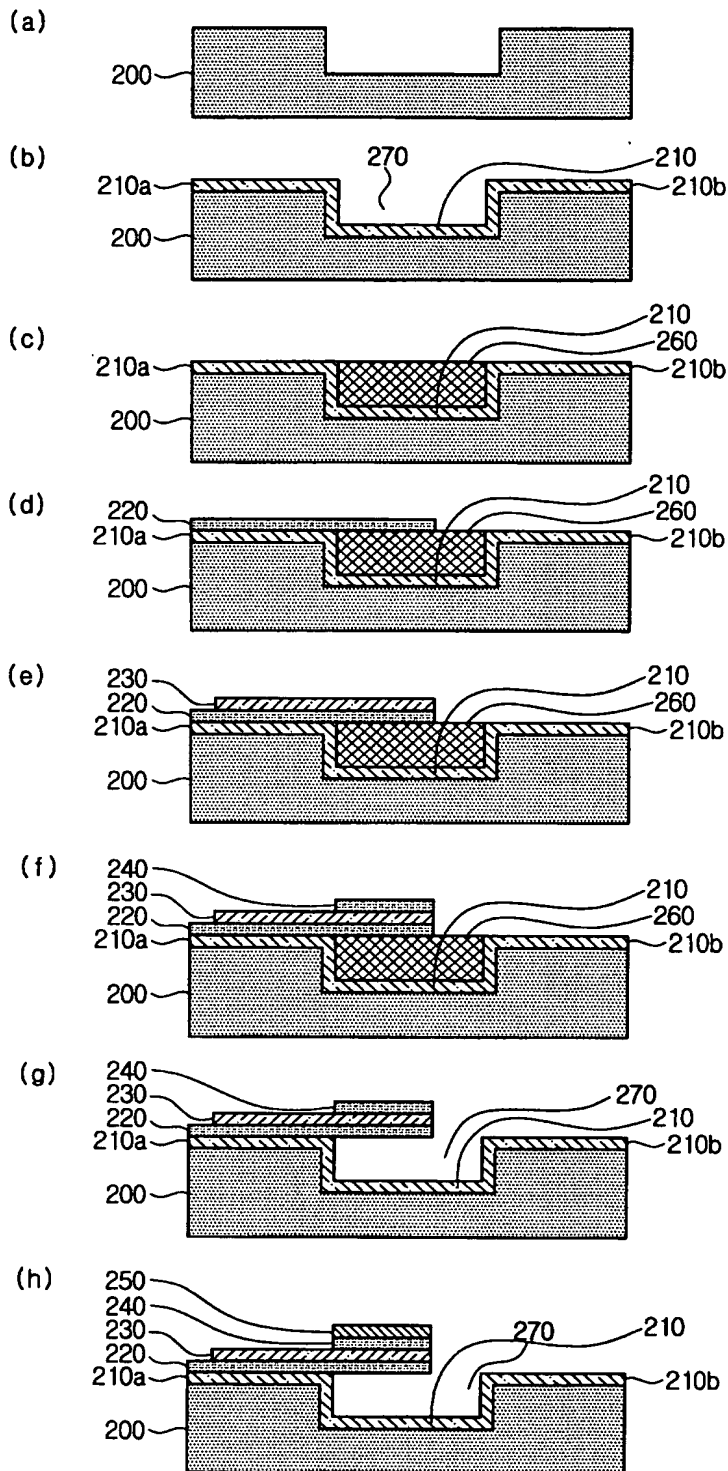
【도 5a】



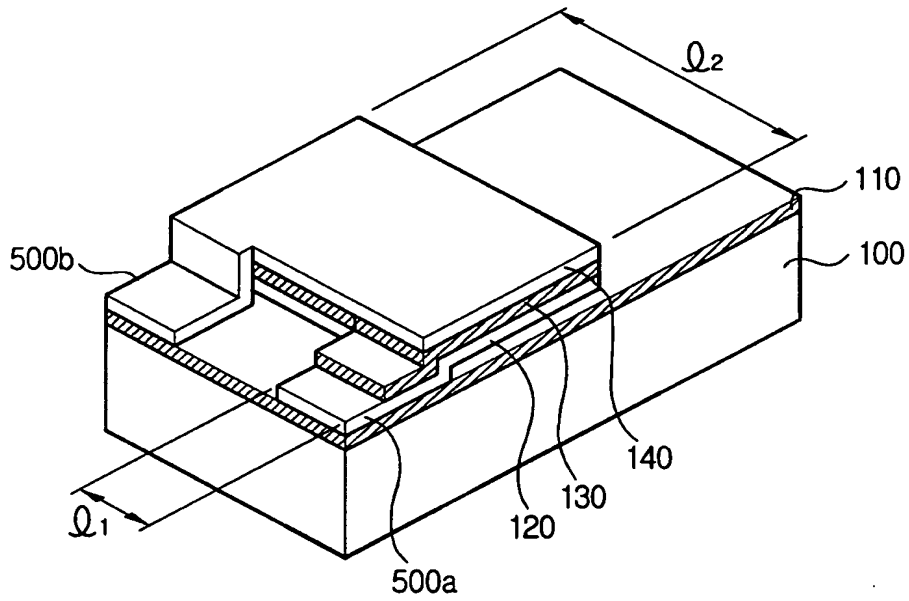
【도 5b】



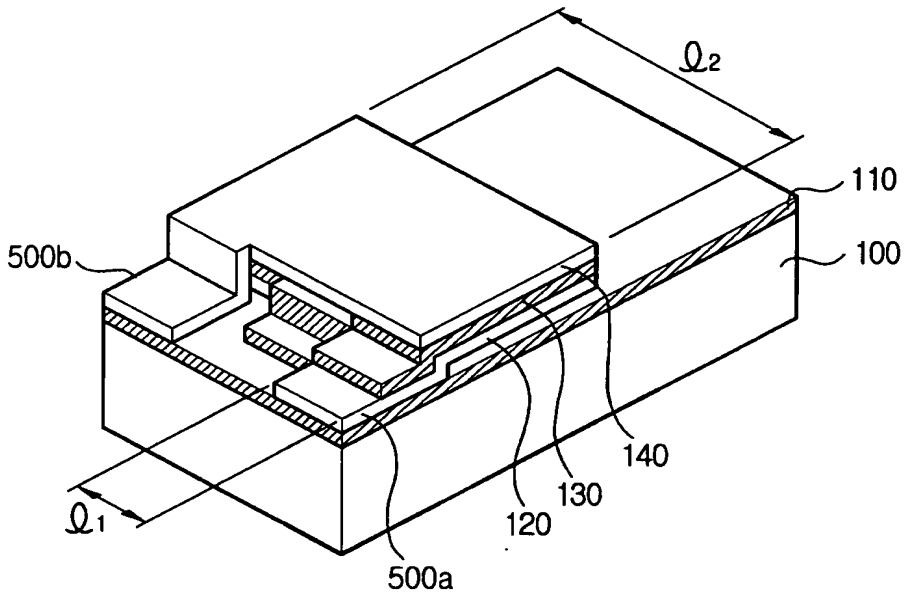
【도 6】



【도 7a】



【도 7b】



【도 7c】

